

ПІДСИЛЕННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗЕРНОСХОВИЩА

Пашинський В.А., д.т.н., професор, Пашинський В.В.
Полтава, Україна

В одному з населених пунктів Полтавщини господарським способом будується зерносховище, яке має розміри в плані $72 \times 11,2$ м та висоту від існуючого рівня ґрунту до низу кроквяних ферм 6,7 м. За результатами натурного обстеження встановлено, що колони каркаса зі сталевих бурильних труб перерізом 102×10 мм встановлені з кроком 6 м. По колонах змонтовані підкроквяні балки зі швелера № 20, встановленого поличками вниз, та трикутні кроквяні ферми з кроком 3 м. Кроквяні ферми заводського виготовлення з висотою в коньку 1,5 м мають трубчасті пояси та трикутну решітку з одиночних гнутих кутників, прикріплених до поясів через листові фасонки. Посередині будівлі змонтовані вертикальні в'язі по колонах. Планується влаштувати покрівлю та стіни із сталевого профільованого настилу. Загальний вигляд змонтованого каркаса зображено на рисунку 1.



Рис. 1 Загальний вигляд каркаса зерносховища на момент обстеження

Перевірочний розрахунок існуючих сталевих несучих конструкцій, виконаний згідно з вимогами СНиП II-23-81* [4] та ДСТУ Б В.1.2-3:2006 [3] на навантаження за ДБН В.1.2-2:2006 [2], показав наступне:

- кроквяні ферми мають достатню несучу здатність при умові прикладення навантажень лише у вузлах та належного улаштування системи в'язів, яка забезпечить стійкість верхнього пояса з площини ферми;
- підкроквяні балки зі швелера №20 не витримують навантаження від ферм (напруження майже у десять разів перевищують розрахунковий опір сталі, а прогини навіть без покриття подекуди помітні на око);
- колони з бурильних труб 102×10 мм не мають належної несучої здатності та потребують підсилення.

Конструкції підсилення запроектовані відповідно до чинних нормативних документів [2, 3, 4]. Розрахунки поперечної рами та елементів каркаса виконані на спільну дію навантажень від власної маси конструкцій, снігу та вітру за [2] для рекомендованого [1] терміну експлуатації 50 років, а також тиску зерна на стіни за [5].

Передбачена система вертикальних в'язей по коньку кроквяних ферм та горизонтальних в'язей по верхньому поясу. Елементи в'язей, прогони покриття та стінового фахверка запроектовані із замкнутих гнутих профілів (прямокутних труб) згідно з вимогами нормативних документів [3, 4]. При цьому прогони верхньої частини фахверка розраховані на дію вітрового навантаження, а нижні прогони – на дію вітрового навантаження та тиску зерна.

Підкроквяні балки підсилені шляхом перетворення в шпренгельну конструкцію висотою 1 м, котра утворюється із наявного швелера № 20 та підкосів з рівнобічних кутників. Загальний вигляд шпренгельної підкроквяної конструкції показано на рисунку 2. Перевірка показала, що верхній пояс із швелера № 20 може сприймати як, вертикальне навантаження від покрівлі, так і вітрове навантаження на частину покриття та стіни, розташовані між колонами каркаса. Це дозволило відмовитися від улаштування поздовжніх в'язей по нижніх поясах ферм, наявність яких за [4] є обов'язковою у покриттях із підкроквяними конструкціями. Роль цих в'язей виконуватиме верхній пояс підкроквяного шпренгеля, працюючи як балка в горизонтальній площині.

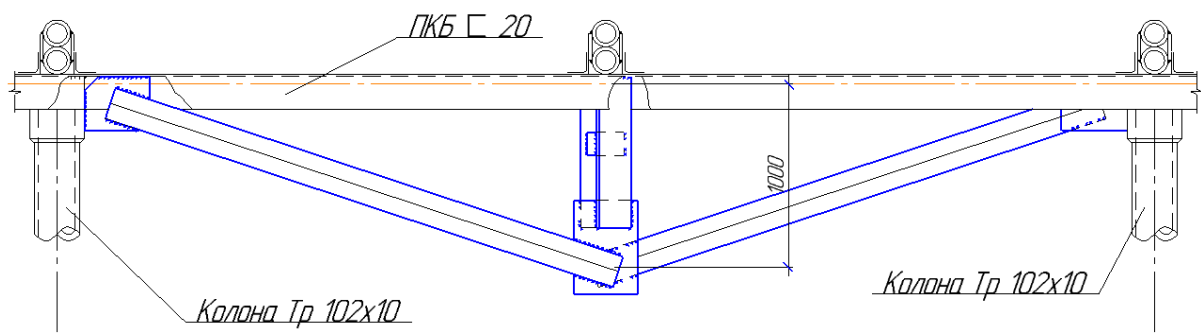


Рис. 2 Підкрівляна шпренгельна ферма

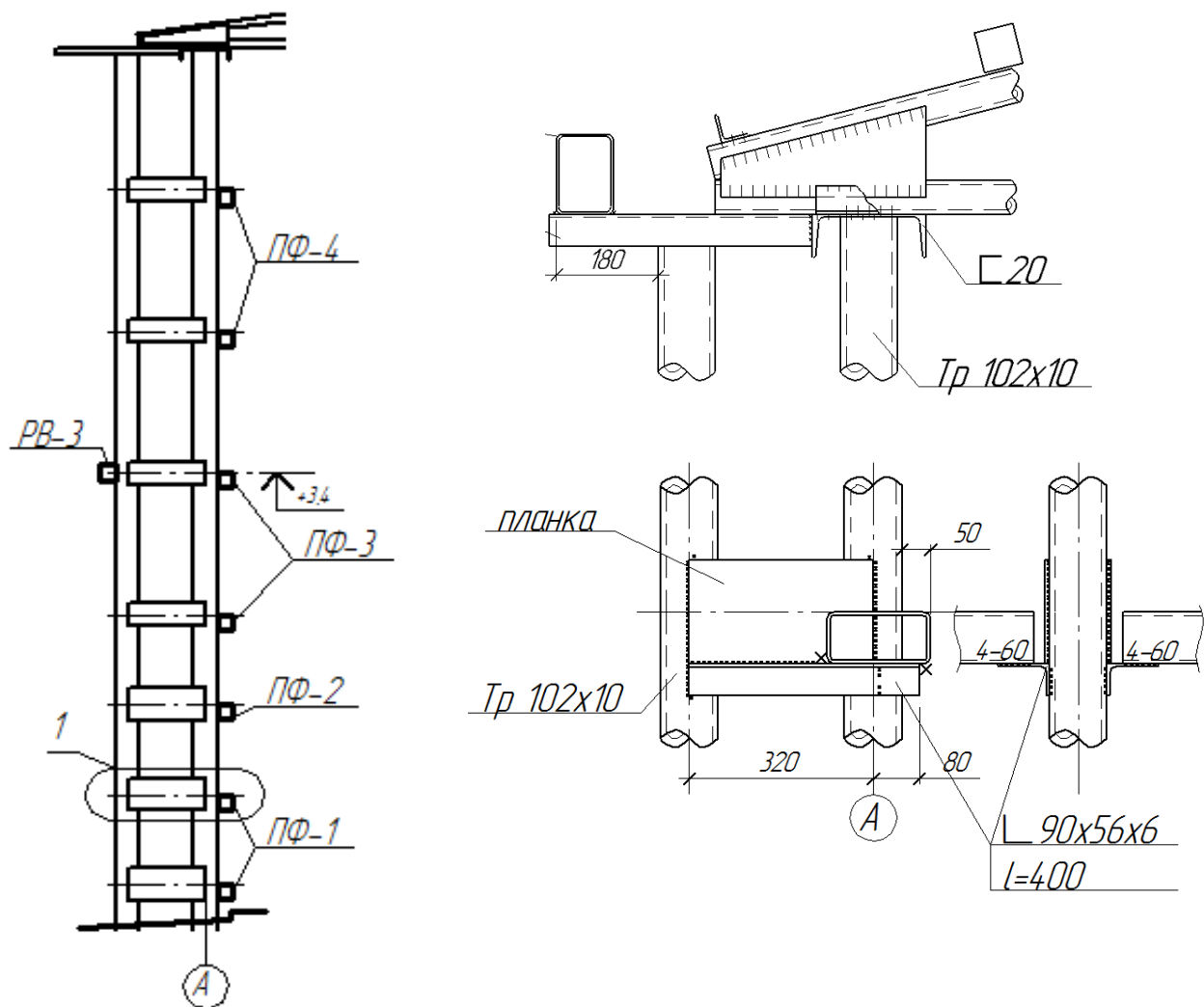


Рис. 3 Схема та вузли підсилених колон

Існуючі колони, які не мають достатньої несучої здатності, підсилені шляхом їх перетворення у наскрізні двохгілкові колони. З метою забезпечення зручності переміщення зерна замовник запропонував встановити стіни із сталевого профільованого настилу зсередини будівлі. З урахуванням цієї вимоги та технології монтажних робіт друга гілка колони з такої ж бурильної труби перерізом 102×10 мм встановлюється із зовнішньої сторони будівлі на відстані 320 мм в осях гілок. Між собою колони з'єднуються планками, як показано на рисунку 3. Більша кількість і більша висота планок в нижній частині колони (до висоти завантаження зерном) обумовлені значними поперечними силами, що виникають від навантаження зерном. Стійкість гілок з площини рами забезпечується вертикальними в'язями, які встановлюються по обох гілках колон і мають хрестову форму з горизонтальними розпірками на відмітці 3,4 м уздовж усієї будівлі.

Оскільки існуючі конструкції встановлені не зовсім точно, довжину елементів підсилення (в'язі, прогони тощо) запропоновано визначати на місці за фактичними відстанями між вузлами їх кріплення. При розробленні вузлів конструкцій підсилення враховувалися вимоги їх несучої здатності та технологічної простоти. Прикріплення усіх елементів здійснюється шляхом зварювання; розроблені ескізи вузлів містять розміри зварних швів та конструктивні відстані між елементами, визначені за СНиП [4].

На рисунку 3 зображений вузол колони з планками та кріпленням прямокутних труб прогонів фахверка за допомогою додаткових нерівнобічних кутників, приварених до нижньої грані планок. Карнизний вузол підсиленої колони, зображений на рисунку 3, забезпечує з'єднання обох гілок колони та можливість улаштування звісу покрівлі з профільованого настилу, який кріпиться до прогонів покрівлі. При цьому крайній прогон, зображений на карнизному вузлі, має більший переріз і працює на прольоті 6 м на відміну від інших прогонів, які спираються на кроквяні ферми через 3 м.

На підставі виконаних розрахунків для забезпечення достатньої несучої здатності сталевих конструкцій каркаса зернохосвища рекомендовано:

- виконати підсилення колон шляхом їх перетворення у двохгілкові наскрізні колони на планках та влаштувати карнизні вузли за схемою рисунка 3;
- улаштувати вертикальні в'язі по колонах у площинах обох гілок колон;
- виконати підсилення підкроквяних балок шляхом перетворення у шпренгельні ферми згідно з рисунком 2;
- улаштувати систему в'язей покриття та встановити прогони покрівлі з прямокутних труб у вузлах ферми;
- улаштувати поздовжній та торцевий фахверк із сталевих прогонів, прикріплених до колон згідно з рисунком 2;
- після повного завершення робіт з підсилення несучих конструкцій каркаса виконати покрівлю та стіни зі сталевого профільованого настилу.

Окрім підсилення сталевих конструкцій каркаса, рекомендовано також виконати перевірку несучої здатності та необхідні підсилення улаштованих фундаментів згідно з рекомендаціями фахівцями з основ і фундаментів.

Література

1. ДБН В.1.2-14:2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
3. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 "Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини і переміщення. Вимоги проектування".
4. СНиП II-23-81* "Нормы проектирования. Стальные конструкции".
5. Металлические конструкции. Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1980. – 776 с.